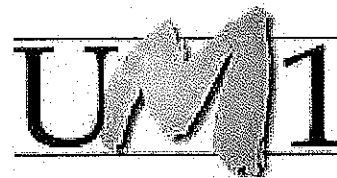


Ministère de l'agriculture et de la pêche - Université de Montpellier



**Mémoire pour obtenir le diplôme de**

**MASTER**

**Spécialité : Nutrition, agrovalorisation en santé publique**

Présenté et soutenu Le 14 Octobre 2009 à l'IRC de Montpellier

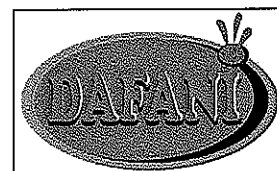
Par

KEBE Seynabou

**Établissement d'un plan d'action pour l'amélioration de la qualité  
microbiologique et organoleptique de la purée de mangue  
destinée à l'exportation**

Jury :

- Président : Manuel DORNIER
- Maître de stage : Jean Claude DUMAS
- Enseignant tuteur : Marie Noëlle DUCAMP
- Examineurs : Michel RIVIER, Frédéric MENS



Stage effectué au sein de :

DAFANI-SA: unité de transformation de produits tropicaux

BP: 50, Orodara, Burkina Faso

La préparation du stage a été faite au niveau du département Persyst du CIRAD.

Un séjour a été effectué à Délifruits du groupe Refresco/France sur le site de Saint Donat pour la précision des exigences du client.

L'ensemble a été possible grâce à l'ONG ATB sur financement de la région Rhône-Alpes.

## **REMERCIEMENTS**

Je remercie tout d'abord M. Dieudonné MANIRAKIZA, directeur général de DAFANI-SA pour m'avoir accueillie en stage au sein de son équipe et pour la confiance ainsi accordée.

Je remercie tout particulièrement M. Pierre KAKPO dirigeant de l'ONG ATB sans qui ce stage n'aurait eu pas lieu. Merci pour son aide, son enthousiasme, son engagement pour DAFANI, ses conseils et ses encouragements.

Je remercie également le maître du stage M. Jean Claude Dumas.

Je remercie M. Yussef Guigma, directeur qualité de DAFANI-SA pour ses encouragements et ses conseils.

Je remercie aussi M. Vincent Nana directeur d'exploitation de DAFANI-SA, et M. Aboubacar Traoré directeur commercial.

Je remercie toute l'équipe de l'usine : Idrissa Nikiéma chef du laboratoire interne, Dramane Traoré chef du service d'encadrement des producteurs, Noufou Sankara adjoint au chef du service d'encadrement, Boniface Traoré encadreur du service d'encadrement, Lamine Coulibaly chef de production, Narcisse Sanou chef de maintenance pour la gentillesse et la cordialité dont ils ont souvent fait preuve à mon égard.

Je remercie également l'équipe de la direction : Issa Diarra responsable informatique, Aimé Tiendrebeogo responsable marketing, Lamine Diarra chef de produit, Souleymane Zemba chef de vente pour leur accueil et la gentillesse témoignée à mon égard.

La gentillesse et la simplicité de l'accueil de l'équipe de DAFANI ont marqué ce séjour au Burkina.

Je remercie également Mme Ducamp, tutrice du stage pour son aide et ses conseils.

Je remercie toute ma famille, mes chers parents pour leur soutien constant, mes frères et sœurs, à tous je témoigne ici gratitude et affection.

Je dédie ce travail à la mémoire de ma grand-mère pour m'avoir soutenue et aimée.

## **AXE DE TRAVAIL**

---

**AUTEUR** : Seynabou KEBE

**TITRE** : établissement d'un plan d'action pour l'amélioration de la qualité microbiologique et organoleptique de la purée de mangue destinée à l'exportation.

---

**Région** : Orodara, Burkina Faso

**Institution** : DAFANI-SA/CIRAD

**Encadrant**: Jean Claude Dumas (Unité QualiSud du CIRAD)

**Mots clés** : charge microbienne, mangue, pulpe, outils qualités (bonnes pratiques d'hygiène, diagramme d'Ishikawa), plan d'action, amélioration, process

## **RESUME**

DAFANI-SA produit de la purée de mangues et des nectars. L'objectif premier lors du démarrage des activités en 2007 était de produire une purée destinée à l'exportation, et d'en valoriser une partie sous forme de nectars. Un an plus tard le bilan est différent, aucun fût n'a été exporté en Europe. Des exigences du marché de l'exportation de purées de mangue n'ont pas été prises en compte. Cependant le problème majeur réside au niveau de l'approvisionnement. Jusqu'ici DAFANI-SA ne parvient pas à avoir des mangues de bonne qualité causant ainsi de nombreuses pertes pour l'entreprise. Conscient de ces problèmes, dans le souci d'être plus compétitive, l'entreprise décide de faire de la campagne 2009 une année de transition. L'accent sera particulièrement mis sur la qualité. Des outils d'amélioration sont mis en place. Le partenariat avec le Cirad et ATB est l'un des outils de mise à niveau et d'appui. Ce stage entre dans le partenariat entre DAFANI, CIRAD et ATB. L'objectif étant de savoir les différents écarts qualité au niveau de l'approvisionnement et du process. Un plan d'action a été mis en place. L'objectif étant de réduire au maximum la charge microbienne de la matière au cours de la transformation.

## **AXE DE TRAVAIL**

---

**AUTHOR:** Seynabou KEBE

**TITLE:** Implementation of an action plan for the improvement of the microbiological and organoleptic quality of the mango pulp for the export

---

**Région:** Orodara, Burkina Faso

**Institutes:** DAFANI-SA/CIRAD

**Tutors** : Jean Claude Dumas (Unité QualiSud du CIRAD)

**Keywords:** microbial load, quality, good practices of hygiene, manufacturing standards, mango, pulp.

### **ABSTRACT**

The company DAFANI-SA produces mangoes pulp and nectars. The main goal while starting this business in 2008 was to produce mango pulp, to transform a part of that mango pulp and export the rest. One year later, the assessment was different; no pulp was exported to Europe. Some important norms of quality on the international market of mango pulp were not taken into account. However the major problem is the quality of the raw product. Up to now, DAFANI is not able to get good quality of mangoes and this leads to the lost of a lot of money. Aware of the problems and the hard envy to be competitive on the international market of mango pulp, DAFANI decides to make this 2009 mango campaign a transition. The company will focus essentially on the quality. Some tools to improve the quality have been put in place. The partnership between DAFANI, CIRAD and ATB is one of those supporting tools. This training is part of that partnership. The target of this training is to evaluate the quality variations in Provisioning and in the manufacturing process to avoid coming again on the same errors in 2010 mango campaign. . In order to reduce the microbial load of the raw product an action plan was implemented. The objective was to improve organoleptic and microbiological quality of the mango pulp.

## Sommaire

<b>Remerciements</b> .....	I
<b>Axe de travail</b> .....	II
<b>Liste des tableaux, figures et photos</b> .....	V
<b>Abréviations</b> .....	VI
<b>Glossaire</b> .....	VII
<b>Liste des annexes</b> .....	VIII
<b>Introduction</b> .....	9
<b>Chapitre 1 : Généralités</b>	
I. Présentation de l'entreprise .....	10
1. Implantation .....	10
2. Organisation interne .....	11
3. Les métiers .....	11
II. Problématique du stage .....	13
III. Contexte socio politique et économique du stage .....	14
1. Partenariat entre DAFANI, CIRAD, Délifruits et ATB .....	14
2. Marché de la mangue au Burkina.....	15
IV. Objectifs du stage .....	16
<b>Chapitre 2 : Description du processus de fabrication de la purée</b>	
I. processus de récolte de la mangue .....	17
II. Diagramme de fabrication.....	18
III. Description du diagramme .....	19
IV. Contrôles mises en œuvre .....	20
1. Contrôles physico-chimiques.....	20
2. Contrôles microbiologiques .....	20
<b>Chapitre 3 : Diagnostic du processus de fabrication de la purée</b>	
I. Etat des lieux .....	21
1. Principe de la méthode utilisée.....	21
2. Résultat de l'état des lieux .....	21
II. Insuffisances du process .....	24
<b>Chapitre 4 : Elaboration du plan d'action</b>	
I. Les domaines d'application du plan d'action .....	25
II. Outils de mise en œuvre du plan d'action .....	25
1. Les Bonnes pratiques d'hygiène .....	25
2. Analyses physico chimiques :.....	28
3. Analyses microbiologiques :.....	28
<b>Chapitre 5 : Résultats du plan d'action</b>	
I. présentation des résultats.....	30
1. Les expériences au laboratoire interne :.....	30
2. Le traitement en production.....	32
3. Le nettoyage et la désinfection des équipements .....	34
4. Contrôle du lavage des mains .....	35
II. discussion.....	35
<b>Bilan et perspectives du stage</b> .....	39
<b>Références Bibliographiques</b> .....	40
<b>Annexes</b> .....	41

## **Liste des tableaux, figures et photos**

### **Listes des figures**

<b>Figure 1</b> : zone d'implantation de DAFANI au Burkina.....	10
<b>Figure 2</b> : Organigramme de l'entreprise.....	11
<b>Figure 3</b> : Diagramme de fabrication de la purée de mangue.....	18
<b>Figure 4</b> : Principe des 5M.....	21
<b>Figure 5</b> : Méthode des 5M appliquée à l'entreprise.....	24
<b>Figure 6</b> : Les différents traitements effectués.....	32
<b>Figure 7</b> : sources de contamination potentielle.....	37

### **Liste des tableaux**

<b>Tableau I</b> : Principales variétés et calendrier de production.....	15
<b>Tableau II</b> : Détail de la procédure de récolte.....	17
<b>Tableau III</b> : Les différentes analyses physico-chimiques effectuées.....	20
<b>Tableau IV</b> : Etat des lieux de l'application des bonnes pratiques d'hygiène.....	26 et 27
<b>Tableau V</b> : résumé des résultats des expériences effectuées au laboratoire.....	30
<b>Tableau VI</b> : Résumé des résultats des prélèvements effectués en production.....	33
<b>Tableau VII</b> : Résultats contrôle nettoyage et désinfection des équipements.....	34

### **Liste des photos<sup>1</sup>**

<b>Photo 1</b> : Différents parfums de nectar ½ L et 1L.....	12
<b>Photo 2</b> : Récolte de la mangue.....	17
<b>Photo 3</b> : Plafond recouvert de moisissure et condensation vapeurs sur le toit.....	26
<b>Photo 4</b> : Etat actuel des vestiaires du personnel.....	27
<b>Photo 5</b> : Premier élévateur - Table de dernier tri – Dénoyauteuse et Trémie.....	28
<b>Photo 6</b> : Deuxième élévateur – Raffineuse – Tête de remplissage aseptique.....	28
<b>Photo 7</b> : Bassin de lavage et le premier élévateur.....	29
<b>Photo 8</b> : Table de tri et le deuxième élévateur.....	29

---

<sup>1</sup> Source des photos : album personnel

## **Abréviations**

<b>UFC</b>	Unité Formant une Colonie
<b>HACCP</b>	Hazard Analysis Critical Control Point
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>PCA</b>	Plate Count Agar
<b>Ppm</b>	partie par million
<b>ATB</b>	Aide Technique Bénévole
<b>CIRAD</b>	Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
<b>APROMA-B</b>	Association des Professionnels de la Mangue du Burkina
<b>ONG</b>	Organisation Non Gouvernementale
<b>SEDM</b>	Service d'Encadrement et de Développement de Matière première
<b>PET</b>	Polyéthylène Téréphtalate
<b>SA</b>	Société Anonyme
<b>BPH</b>	Bonnes Pratiques d'Hygiène
<b>TA</b>	Titre Alcalimétrique
<b>TAC</b>	Titre Alcalimétrique Complet



## **Glossaire**

**Dureté** : indicateur de la minéralisation de l'eau. Elle est surtout due aux ions calcium et magnésium. La dureté s'exprime en ppm w/v (ou mg/L) de  $\text{CaCO}_3$  ou en degré français (symbole : °f) en France.

**Brix** : fraction de saccharose soluble dans un liquide, c'est-à-dire le pourcentage de matière sèche soluble.

**Titre Alcalimétrique (TA) et Titre Alcalimétrique Complet (TAC)** : grandeurs utilisées pour mesurer le taux d'hydroxydes, de carbonates et de bicarbonates d'une eau. Ils sont exprimés en degré français (°f).

En titrant l'eau à analyser avec un acide, on obtient une première valeur qui est le TA (titre alcalimétrique) et qui correspond à pH 8.3 (virage de la phénolphthaléine). À ce stade, on a neutralisé l'ensemble des hydroxydes et la moitié des carbonates. En continuant le dosage, on est amené à un deuxième point de neutralisation à pH 4.5 (virage de l'hélianthine). On aura alors dosé la totalité des hydroxydes, carbonates et bicarbonates présents initialement.

**Turbidimétrie** : mesure du degré de turbidité d'une suspension

**Agent relais** : défini dans l'entreprise comme étant la personne chargée de faire la prospection des vergers de mangue et de recenser les quantités disponibles dans une localité. Il est aussi chargé de recruter les récolteurs.

**Hygiène** : mesures et conditions nécessaires pour maîtriser les dangers et garantir le caractère propre à la consommation humaine compte-tenu de l'utilisation prévue du produit.

**Sécurité des aliments** : assurance que les aliments sont sans danger pour le consommateur quand ils sont préparés et/ou consommés conformément à l'usage auquel ils sont destinés.

**Danger** : agent biologique, biochimique ou physique ou état de l'aliment ayant potentiellement un effet nocif sur la santé.

**Risque sanitaire** : fonction de la probabilité et de la gravité d'un effet néfaste sur la santé, du fait de la présence d'un danger.

## **Liste des annexes**

<b><u>Annexe 1</u></b> : compte rendu du stage de Délifruit.....	40
<b><u>Annexe 2</u></b> : état des lieux de l'application des bonnes pratiques d'hygiène.....	46
<b><u>Annexe 3</u></b> : Protocole de nettoyage et désinfection de la ligne purée.....	59
<b><u>Annexe 4</u></b> : Contrôle de l'efficacité du prétraitement de la mangue.....	64
<b><u>Annexe 5</u></b> : fiche de suivi du nettoyage et de la désinfection.....	65

# Introduction

---

La production de mangue est l'un des secteurs clés de l'économie du Burkina Faso. La filière a un potentiel de production de 120 000 tonnes /an sur 12 250 ha et elle occupe un très grand nombre d'acteurs (producteurs, transformateurs, commerçants et exportateurs). Cependant seule une faible quantité de la mangue produite est séchée ou commercialisée comme mangues fraîches pour le marché international. Une grande partie de la production non récoltée, par manque de débouchés, pourrit dans les vergers.

C'est dans cette optique de valorisation de ce fruit qu'est né le projet d'implantation d'une unité de transformation de produits tropicaux dans la principale zone de production du pays. Ce projet a pour objectif de donner une valeur ajoutée aux fruits et légumes particulièrement la mangue abondamment produite dans l'Ouest du Burkina Faso et le sud Est du Mali.

DAFANI-SA produit de la purée de mangue pour l'approvisionnement de sa ligne de production de nectar, pour le marché de l'export et pour des prestations de service notamment dans le marché du Bio comme c'est le cas avec (BurkiNature)<sup>2</sup>.

Mais voulant s'assurer une place dans le marché de l'exportation de purée, DAFANI-SA se doit d'être compétitive. Elle arrive à satisfaire ses besoins de consommation de purée à travers les nectars qu'elle commercialise. Cependant des problèmes persistent au niveau de la maîtrise de la qualité de la matière première et du produit fini. En effet étant la première entreprise de transformation de la mangue en purée au Burkina, l'entreprise se doit de faire connaître ses exigences au niveau des producteurs afin d'avoir une mangue de bonne qualité à l'entrée de l'usine. DAFANI-SA dans sa politique se veut d'être proche aux producteurs et de suivre sa matière première. Dans cette optique, l'entreprise a mis en place le service d'encadrement et de développement de matières premières. Ce service est chargé de préparer les campagnes de mangues par la formation et le recensement des producteurs, mais aussi d'assurer l'approvisionnement en mangues de l'usine. Cependant jusqu'à présent l'entreprise n'arrive pas à avoir la qualité de matière première souhaitée.

Cette année 2009, sera considérée comme une année de transition pour la production de purées, au cours de laquelle un accent particulier sera mis sur l'élaboration de la qualité. Les installations actuelles de DAFANI et sa démarche qualité constituent un avantage. Cette capacité, associée aux compétences de l'unité QualiSud du Cirad, devrait permettre à DAFANI de pouvoir produire des purées de qualité microbiologique et organoleptique appréciables. La démarche qualité entreprise permettra de déceler les différents écarts afin de les améliorer. Les travaux présentés dans ce document seront centrés sur le process mais aussi sur un audit de l'usine pour connaître les différentes failles et préconiser des actions correctives.

---

<sup>2</sup> Société d'exportation de produits bio

---

# **Chapitre 1 : Généralités**

## I. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

### 1. Implantation

DAFANI S.A. est une société anonyme située au Burkina Faso qui a démarrée ses activités en 2007, avec un capital de 1.212.850.000 Francs CFA (environ 1.850.000 €), entièrement détenu par des actionnaires privés.

Situé dans la boucle du Niger, le Burkina Faso, pays des hommes intègres, également appelé Burkina est un pays de l'Afrique de l'Ouest de 274.200 km<sup>2</sup> sans débouché sur la mer. Il est limité au Nord et à l'Ouest par le Mali, au Nord-est par le Niger, au Sud-est par le Bénin et au Sud par le Togo, le Ghana et la Côte d'Ivoire. Ses habitants sont les burkinabé (mot est invariable). La capitale est Ouagadougou, située au centre du pays. Le point le plus proche de l'Atlantique est éloigné de 500 km.

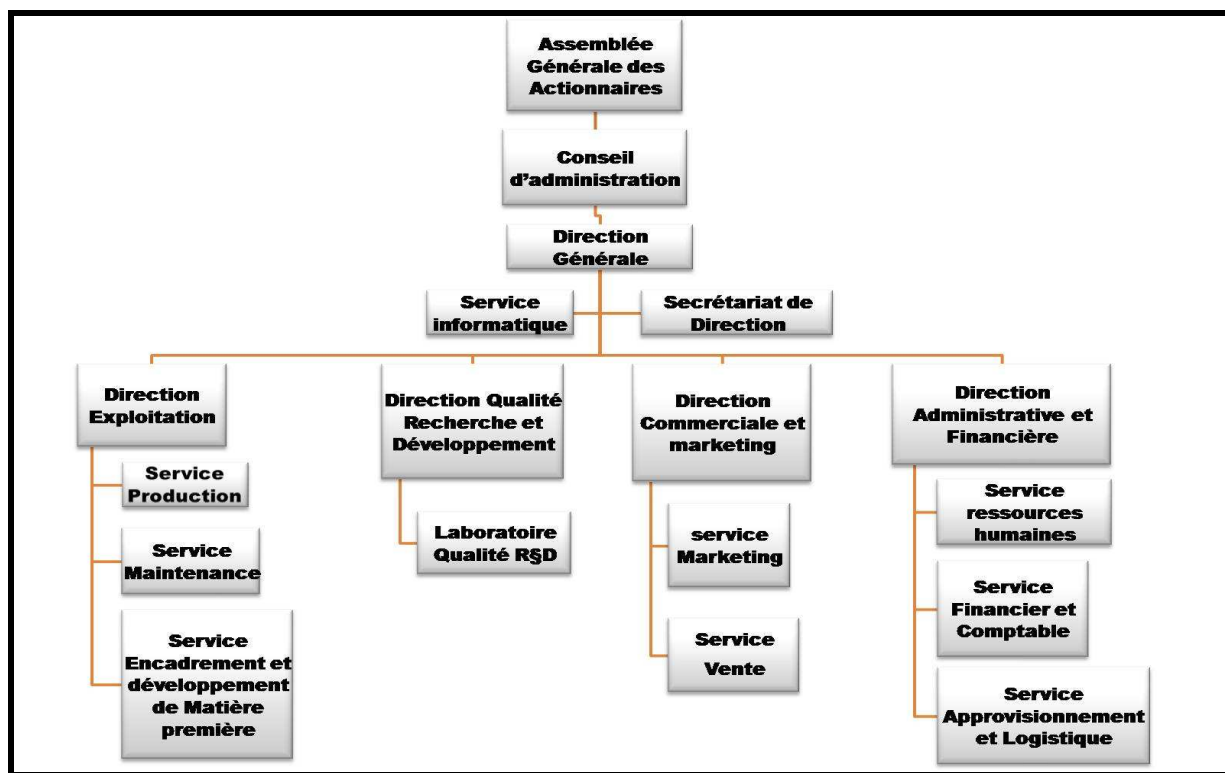
Implantée à Orodara, dans la province du Kénédougou, les activités de DAFANI-S.A. couvrent les provinces du Kénédougou, du Houet, de la Comoé et de Leraba d'où proviennent les matières premières. La région fournit, à elle seule, 75% de la production annuelle de mangues du Burkina. Le reste de la production est situé à proximité de Ouagadougou dans la province du Boulkiemde et du Sanguié.



**Figure 1: zone d'implantation de DAFANI au Burkina<sup>3</sup>**

<sup>3</sup> Source : Document Direction exploitation DAFANI-SA

## 2. Organisation interne



**Figure 2 : Organigramme de l'entreprise**

L'effectif actuel de la société est de 84 employés permanents. Un personnel temporaire est aussi recruté en fonction des besoins journaliers. L'assemblée des actionnaires est composée de cinquante actionnaires. Le conseil d'administration est composé de dix membres mandatés par l'assemblée des actionnaires et dont le rôle est de suivre et contrôler la direction de l'entreprise.

## 3. Les métiers

L'entreprise possède une ligne de fabrication de purée aseptique de fruits tropicaux principalement la mangue fraîche. Après des essais de mise en route réalisés en 2007, les activités ont pris leur essor en 2008. Cette ligne est fonctionnelle 4mois/12 correspondant à la période de campagne de mangue.

Elle a une capacité de 3 tonnes/heure extensible à 5 tonnes/heure. Les variétés de mangues sélectionnées pour la transformation à l'usine sont : *Amélie* (65%), *Lippens* (15%), *Brooks* (10%), *Kent* (8%), *Keitt* (2%). La production annuelle de purée de mangue est estimée à 1.140 tonnes en 2008.

La purée de mangue aseptique est utilisée comme matière première dans les industries de boissons, les confiseries, les pâtisseries, les vinaigreries, les usines de vin, et diverses autres industries alimentaires pouvant utiliser la mangue.

L'entreprise possède aussi une ligne de fabrication et conditionnement de jus et de nectar d'une capacité de 3000L/heure. Actuellement ce sont le nectar d'orange et les nectars à base de purée de mangue avec trois parfums mangue, mangue-orange et le cocktail mangue-ananas-passion qui sont produits sous la marque DAFANI. Ces parfums existent en format ½ L et 1L. En 2008, la production tout parfum confondu est estimée à 3millions de briques de ½ L et 1,5millions de briques de 1L. Cette production est essentiellement absorbée par le marché national mais aussi dans les pays de la sous région (Mali, Côte d'ivoire, Ghana).



**Photo 1:** Différents parfums de nectar ½ L et 1L

La fabrication de nectar absorbe actuellement la production de purée de mangue de l'entreprise. L'entreprise prévoit d'étendre ses activités dans la production de jus de fruits et le conditionnement en Doypack et en PET.



## II. PROBLEMATIQUE DU STAGE

L'entreprise DAFANI-SA produit de la purée de mangue et des nectars. L'objectif premier lors du démarrage des activités en 2008 était de produire une purée destinée à l'exportation, et d'en valoriser une partie sous forme de nectars. Un an plus tard le bilan est différent, aucun fût n'ayant été exporté en Europe. Des exigences du marché de l'exportation de purées de mangue n'ont pas été prises en compte. En effet les variétés principalement l'*Alfonso* et la *Totapuri* (variété indienne) connues par les entreprises de fabrication de jus et de nectars de mangue en Europe sont différentes de celles existant en Afrique notamment au Burkina Faso. A cela s'ajoutent les nombreuses difficultés pour avoir une matière première de qualité souhaitable.

Conscient de ces difficultés et pour pouvoir exporter sa purée, DAFANI-SA a sollicité un appui technique du Cirad. Cet appui a pour but d'atteindre une qualité suffisante pour faire vendre sa purée de mangue au groupe REFRESCO-France/Délifruits en 2009. Atteindre cet objectif passe par la compréhension des exigences de Délifruits en matière de qualité pour la purée. Dans cette optique de cerner les exigences du client et de lui faire connaître et accepter les variétés produites par Dafani, la première partie du stage a été effectuée à Délifruits. Pendant cette période d'une semaine passée chez Délifruit, les objectifs ont été de:

- Réaliser des formulations avec les recettes de jus et de nectars de Délifruits aussi bien avec la purée de *Alfonso* et *Totapuri*, qu'avec la purée de mangue des variétés *Amélie* et *Brooks* de DAFANI-SA.
- Organiser des panels de dégustation sensorielle pour savoir la position de la purée de DAFANI par rapport aux purées d'origine indienne.
- S'assurer de connaître les exigences en matière de qualité organoleptique et sanitaire de Délifruits pour la purée de mangue. Le compte rendu est présenté en annexe 1.

Les résultats de ce séjour ont été satisfaisants et ont défini la suite du stage. Les analyses sensorielles effectuées ont permis de voir que la variété *Amélie* occupe une bonne position en caractéristiques organoleptiques par rapport à la variété *Alfonso*. Les exigences de Délifruits portent sur le fait que la purée de mangue doit être produite sans additif (notamment sans ajout d'acide citrique) et la texture doit être améliorée. L'acide citrique est utilisé par DAFANI-SA dans son process pour baisser le pH et stabiliser le produit. Produire sans additif nécessite chez DAFANI-SA de revoir tout le process d'approvisionnement et de transformation afin d'améliorer la qualité microbiologique de la matière première et du produit fini.

L'approvisionnement en matière première (mangue fraîche venant des vergers) constitue, pour l'entreprise une étape critique qui n'est pas encore maîtrisée. Etant la première entreprise de transformation de mangue en purée, elle doit faire connaître ses exigences aux producteurs de mangues. En effet quelque soit le process et les outils d'amélioration mis en place, si la matière première à l'entrée de l'usine n'est pas de bonne qualité, un produit fini de bonnes caractéristiques organoleptiques et sanitaires ne peut pas être obtenu.

### III. CONTEXTE SOCIO POLITIQUE ET ECONOMIQUE DU STAGE

#### 1. Partenariat entre DAFANI, CIRAD, Délifruits et ATB

Dirigée par Pierre et Martine KAKPO, ATB<sup>4</sup> (Aide Technique Bénévole) est une association à but non lucratif, basée à Annemasse (Haute-Savoie) en France. Elle œuvre pour la prise en charge de l'individu par son travail et joue le rôle de facilitateur entre les producteurs agricoles et transformateurs agroalimentaires du Sud et les réseaux de distribution du Nord.

Lors d'une mission, dans la région des Hauts bassin au Burkina Faso en Août 2007, une délégation composée d'ATB, de représentants des régions des Hauts Bassins et de la région Rhône-Alpes visitent DAFANI-SA qui vient juste de commencer ses activités.

Dafani, conscient que les producteurs doivent pouvoir vivre dignement du fruit de leur travail, achète la matière première à un prix correct et réserve un budget pour l'encadrement et la formation des producteurs pour obtenir une matière première de qualité souhaitable. L'entreprise est aussi disposée à travailler pour le réseau de commerce équitable.

Séduit par le projet et l'idéologie de l'entreprise, ATB est disposé à apporter son appui. Cet appui s'est d'abord traduit par l'établissement d'un premier contact entre DAFANI-SA et Délifruits. Il s'en suit la signature d'une convention entre les deux sociétés. Cette convention prend en compte la collaboration entre les deux entreprises par des échanges d'informations techniques, d'échantillons, et la possibilité d'un futur contrat commercial y est évoquée.

Pour envisager d'avoir Dafani comme fournisseur de purée de mangue, Délifruit exige qu'elle travaille avec le Cirad comme appui. A la suite de cette exigence, une convention tripartite a été signée entre DAFANI-ATB-Cirad en Mai 2009.

Cette convention concerne un appui technique de la part du Cirad financé par la région Rhône-Alpes par l'intermédiaire d'ATB.

En effet, dans l'objectif de permettre à Dafani, dès 2009, de vendre de la pulpe de mangue à REFRESCO FRANCE/Délifruits, la Région Rhône-Alpes, via l'association ATB, a apporté son soutien comme suit :

- Une mission en Mai 2008 de Jean Claude Dumas (UMR QualiSud du Cirad)
- Une mission en Mars 2009 de Jean-Yves Rey (UMR Hortisyst)
- Un stage de cinq mois d'un élève ingénieur dont un mois au Cirad et quatre mois sur le site de Dafani.
- Une mission en Juillet 2009 de Jean Claude Dumas (Unité QualiSud du Cirad)

---

<sup>4</sup> Source : [www.atb-france.org](http://www.atb-france.org)

## 2. Marché de la mangue au Burkina

La culture de la mangue est la première production fruitière du Burkina Faso, devant les agrumes (orange, pamplemousse, citron). La filière mangue a un potentiel de production de 120 000 tonnes /an sur 12 250 ha et elle occupe un très grand nombre de petits acteurs (producteurs, transformateurs, commerçants/exportateurs)<sup>5</sup>.

Le Burkina Faso est le quatrième fournisseur de mangue en Afrique de l'Ouest. Le pays occupe la deuxième place de fournisseur sur le marché européen avec 2000 tonnes exportées en 2008<sup>6</sup>.

La filière mangue a connu des avancées notoires ces dernières années avec la création du terminal fruitier de Bobo-Dioulasso en 2005, la mise en place de l'Association des Professionnels de la mangue du Burkina (APROMA-B) en 2007 et la mise en route de DAFANI-SA : unité de transformation de mangue à Orodara en 2007.

Cependant les producteurs rencontrent encore beaucoup de difficultés : les rendements à l'hectare sont faibles du fait des techniques de culture encore rudimentaires, l'infestation des vergers par la mouches des fruits cause beaucoup de pertes.

Des campagnes de sensibilisation menées par l'INERA (Institut Nationale de l'Environnement et de Recherche Agricole) ont démarré en 2008 sur la taille des plantations afin de permettre une amélioration des rendements. La lutte contre la mouche des fruits et l'anthracnose, principaux problèmes qualitatifs, fait également l'objet de sensibilisation des producteurs burkinabé. Le tableau I ci-dessous présente les différentes variétés et les périodes de récolte.

**Tableau I** : Principales variétés et calendrier de production

<b>Mangue Burkina Faso calendrier de production</b>					
	<b>Mars</b>	<b>Avril</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juillet</b>
<b>Amélie</b>					
<b>Valencia</b>					
<b>Kent</b>					
<b>Lippens</b>					
<b>Keitt</b>					
<b>Brooks</b>					

Le verger burkinabé, longtemps dominé par la variété *Amélie*, s'est reconverti ces dernières années en *Kent* et *Keitt*. La variété la plus produite est la *Brooks*, suivie de l'*Amélie* et de la *Lippens*.

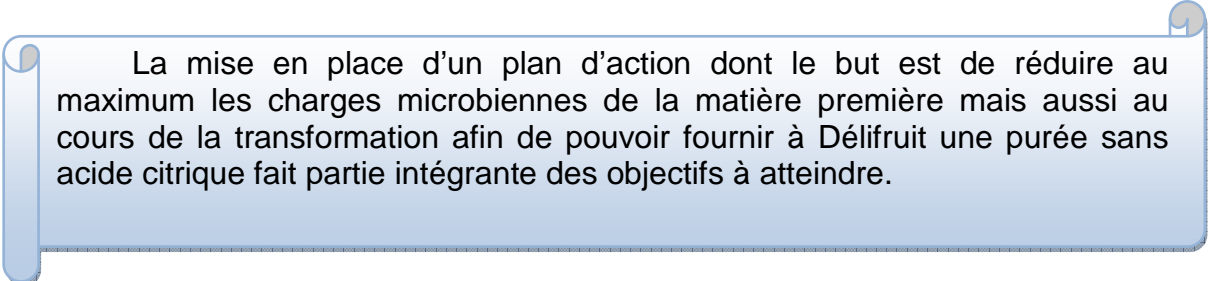
<sup>5</sup> Source : Programme de l'APIPAC

<sup>6</sup> Source : Fruitrop n°164 Février 2009

## IV. OBJECTIFS DU STAGE

L'amélioration de la qualité microbiologique et organoleptique de la purée de mangue de DAFANI-SA est au cœur de la mission. L'entreprise ayant perdu la majeure partie de sa production de purée de 2007 et 2008, et n'ayant pas réussi jusqu'ici à exporter sa purée, s'est fixée pour objectif de mettre fin à ces nombreuses pertes et d'être plus compétitive sur le marché extérieur notamment européen. La mise en place d'un partenariat avec le Cirad et ATB est l'un des outils de mise à niveau et d'appui de l'entreprise. Ainsi cette année 2009 est considérée par l'entreprise comme étant une année transition. L'objectif est de savoir les différents écarts qualité au niveau de l'approvisionnement et du processus de transformation pour pouvoir y remédier et mener à bien la prochaine campagne de 2010. Il s'agira entre autres de :

- Faire connaître les variétés produites par DAFAN-SA à Délifruits et de les rendre compétitives
- Avoir des mangues de bonne qualité à l'entrée de l'usine
- Produire une purée sans additif conformément aux exigences de Délifruits
- Avoir une première commande test de la part de Délifruits, qui permettra d'avoir les premiers retours de la part du client pour une amélioration continue et se préparer pour les grosses commandes.



La mise en place d'un plan d'action dont le but est de réduire au maximum les charges microbiennes de la matière première mais aussi au cours de la transformation afin de pouvoir fournir à Délifruit une purée sans acide citrique fait partie intégrante des objectifs à atteindre.

## **Chapitre 2 :Description du processus de fabrication de la purée**

---

## I. PROCESSUS DE RECOLTE DE LA MANGUE

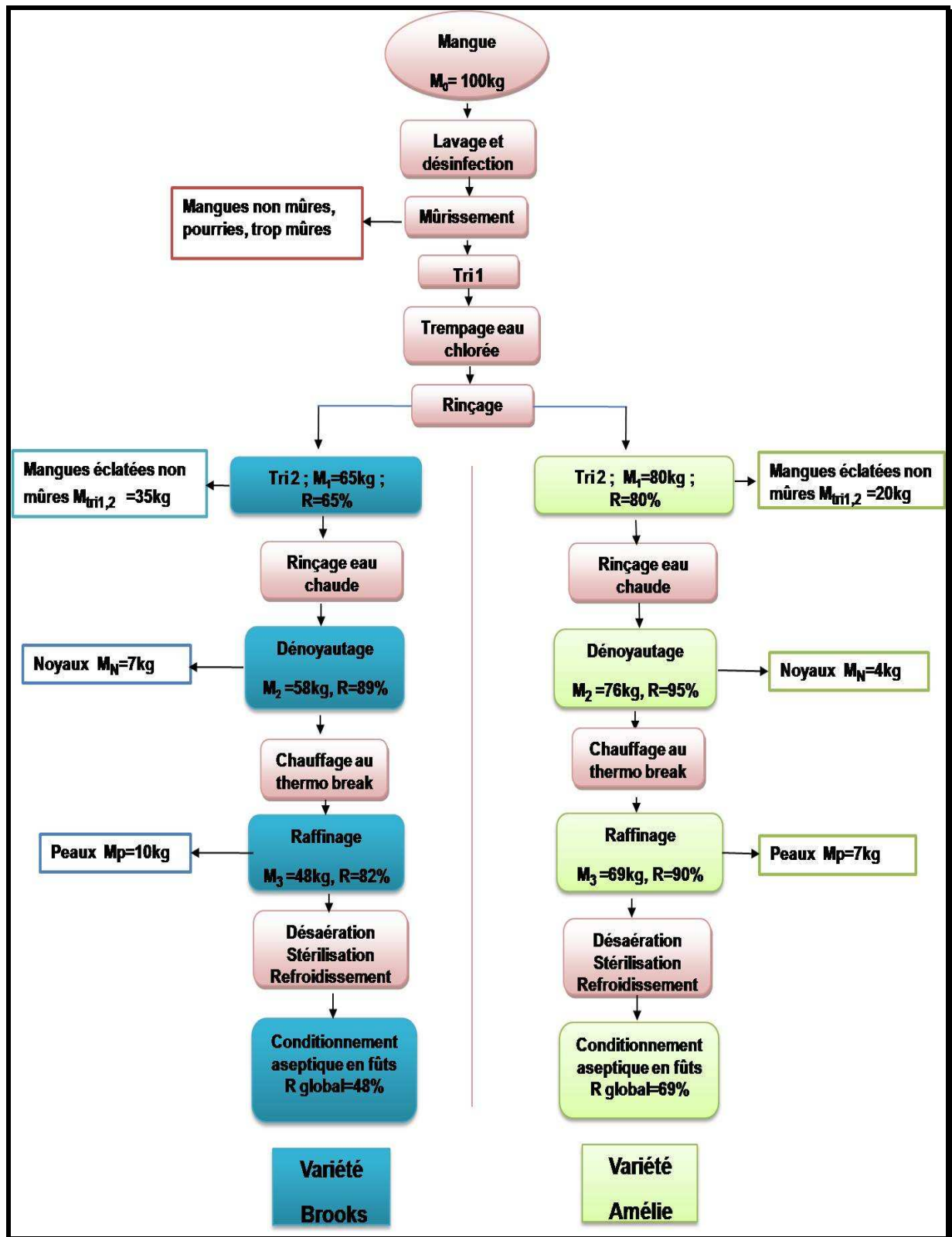


**Photo 2** : Récolte de la mangue

**Tableau II** : Détail de la procédure de récolte

Activités	Description
<b>Prospection des vergers</b>	Visite des vergers par les agents relais et les agents du SEDM
<b>Récolte</b>	Récolte avec les cueilles fruits pour les mangues non accessibles à la main et avec un sécateur pour les fruits accessibles.  Réception dans une toile.
<b>Premier tri : verger</b>	Tri dans le but d'éliminer les mangues blessées, atteintes par la mouche des fruits, ou par tout autre défaut ou maladies.
<b>La pesée</b>	Pesée avec une bascule pour déterminer le poids net à payer au producteur.
<b>Chargement et transport</b>	Chargement des cagettes dans le camion et transport vers l'usine.
<b>Passage par le pont bascule</b>	Passage des camions sur le pont pour déterminer le poids net de mangues entrées à l'usine.
<b>Deuxième tri</b>	Second tri des mangues à l'arrivée de l'usine dont le but est de vérifier la qualité du premier tri.
<b>Lavage</b>	Lavage et désinfection des mangues avant le mûrissement
<b>Mûrissement</b>	Stockage dans le hall de mûrissement.
<b>Tri après mûrissement</b>	Tri de la mangue après mûrissement et juste avant la production.

## II. DIAGRAMME DE FABRICATION



**Figure 3** : Diagramme de fabrication de la purée de mangue



### III. DESCRIPTION DU DIAGRAMME

Le rendement matière après mûrissement, dénoyautage et raffinage dépend des variétés. En effet il dépend du taux de fibres dans la pulpe ainsi que de la proportion noyaux / pulpe. Par exemple, il est plus élevé pour *Amélie* et plus faible pour *Brooks*. Il faut noter que la variété *Brooks* est plus fibreuse qu'*Amélie* ce qui explique le faible rendement d'extraction. A cela s'ajoute le taux important de pourriture pouvant aller jusqu'à 60% pour la variété *Brooks*. Ce taux élevé de pourriture est dû, en grande partie, à l'infestation par la mouche des fruits.

Un lavage et une désinfection des mangues sont effectués avant le mûrissement. Le mûrissement se fait actuellement dans la salle de matière première où les mangues sont entreposées en cagette après déchargement. La durée dépend de la variété. Elle peut varier de 3 à 5 jours pour *Amélie* et de 10 à 12 jours pour *Brooks*. L'étape de mûrissement est difficile à maîtriser du fait de la grande hétérogénéité des lots de mangues arrivant à l'usine.

Après le mûrissement, un tri est effectué dans le but d'enlever les mangues pourries, trop mûres et non mûres. Les mangues en cagette sont trempées cinq minutes dans une solution concentrée de chlore entre 80 et 120ppm puis posées sans rinçage pour augmenter le temps de contact. Après un temps de contact de cinq à quinze minutes, les mangues sont plongées dans le bac de lavage où il y a un soufflage d'air pour les faire barboter. Cette étape sert de rinçage du chlore concentré. Le bac de lavage a une capacité de 5 tonnes / heure. Un deuxième tri est effectué après le passage par les buses de rinçage du premier élévateur. Ce tri permet d'enlever les mangues éclatées, non mûres ou pourries qui ont échappé au premier tri. Une étape de rinçage avec de l'eau chaude à 90°C est effectuée par des buses au niveau du deuxième élévateur avant l'entrée dans la dénoyautreuse.

Le passage par le thermo-break à une température de 80°C permet de ramollir la pulpe et la peau pour faciliter le raffinage, la désactivation des enzymes et la réduction de la flore microbienne. Le raffinage se fait avec un tamis de 0,8mm qui retient la peau et les fibres et laisse passer la purée.

La stérilisation est réalisée entre 103 et 105°C avec un débit variant de 1500 à 2100L/H suivi d'un refroidissement jusqu'à 30°C. La purée obtenue est conditionnée dans des sacs aseptiques multicouches. Cet emballage primaire de 195 litres est lui-même mis dans un fût métallique conique servant de suremballage; pour un poids total d'environ 217 kilogrammes. La durée de conservation de la purée est de 18 mois à température ambiante (entre 25 et 30°C au Burkina Faso).



## IV. CONTROLES MISES EN ŒUVRE

### 1. Contrôles physico-chimiques

Les analyses physicochimiques effectuées sont résumées dans le tableau III ci dessous :

**Tableau III** : Les différentes analyses physico-chimiques effectuées

Eau fabrication	Eau chaudière	Nectar	Purée
pH	pH	pH	pH
Titre Alcalimétrique (TA)	Dureté	Brix	Brix
Titre Alcalimétrique complet (TAC)	TAC	Couleur	Consistance
Turbidimétrie	TA	Goût	Acidité
Goût et odeur	Turbidimétrie	Odeur	Goût, couleur

Ces analyses sont effectuées dans le laboratoire d'analyse physico-chimique interne de l'entreprise.

### 2. Contrôles microbiologiques

Pour la purée et le nectar les principaux microorganismes recherchés sont la flore totale et les levures et les moisissures. Ces analyses sont effectuées par ensemencement dans la masse sur PCA pour la flore totale et Sabouraud pour les levures et moisissures.

Pour l'eau les bactéries recherchées sont les coliformes, les streptocoques, et la flore totale. Ces analyses sont effectuées par la méthode de filtration membranaire et les milieux utilisés sont les milieux déshydratés : Azide pour les streptocoques, Ando pour les coliformes et le milieu standard TTC pour la flore totale. Les résultats sont interprétés en se basant sur les normes IFU.

Le contrôle de la purée après stérilisation se fait par un enrichissement : 10g de purée dans 90ml d'eau physiologique (10g de peptone + 5g de NaCl dans 1L d'eau) suivi d'un enrichissement pendant 72H à 30°C. Ensuite ensemencement de 1ml dans la masse sur PCA pour la flore totale et Sabouraud pour les levures et moisissures.

Un contrôle externe journalier est effectué en partenariat avec le laboratoire national de santé publique (LNSP) sur le nectar et la purée. Les analyses faites par le LNSP sont les mêmes que celles effectuées en interne.

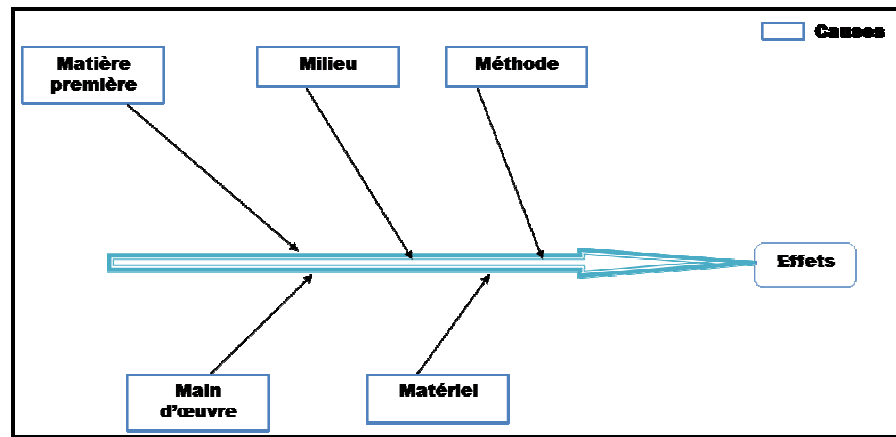
## **Chapitre 3 :Diagnostic du processus de fabrication de la purée**

---

## I. ETAT DES LIEUX

### 1. Principe de la méthode utilisée

Afin d'évaluer l'ensemble des paramètres ayant un impact sur la qualité de la purée, un état des lieux est réalisé suivant la méthode des 5M : Matière première, Matériel, Milieu, Méthode, Main d'œuvre. L'objectif de cette méthode est de partir de l'effet qui est dans ce cas l'écart de qualité sanitaire et organoleptique de la purée et de déterminer les causes probables.



**Figure 4** : Principe des 5M

### 2. Résultat de l'état des lieux

#### Matière première

DAFANI-SA a l'avantage de transformer des produits locaux principalement la mangue fraîche que le service d'encadrement de l'entreprise suit des vergers à l'usine. Implantée dans une zone de production de mangues, l'entreprise peut contrôler sa matière première.

Cependant, il existe de nombreux problèmes au niveau de la maîtrise de la qualité des mangues entrant à l'usine. Ces problèmes de qualité sont essentiellement liés aux conditions de récolte du fruit, de tri, d'entreposage et de transport. Les mangues arrivées à maturité sont cueillies à l'aide de perches. Elles sont ensuite recueillies dans des sacs en plastique tenus par deux personnes pour amortir la chute.

La grande hétérogénéité entre les fruits d'un même arbre et dans tout le verger rend difficile la détection des fruits matures. Les récolteurs ont plutôt tendance à enlever tous les fruits de l'arbre. Lors de la récolte, les chocs sur les branches et entre les fruits lorsqu'ils tombent dans le sac provoquent des blessures qui altèrent la qualité. Une grande partie des mangues tombent sur le sol du verger qui est source de contamination. Les mangues sont posées en vrac par terre avant d'être triées et mises en cagette. Le problème de maîtrise des conditions de tri et le manque de surveillance entraîne une grande variabilité de la qualité et un taux de pourriture élevé des fruits à l'usine après le murissement.

Après le tri et la pesée, les cagettes sont rangées dans le camion superposées par lot de cinq. L'état de propreté du camion constitue un facteur important car il est source de contamination pour la mangue. Les routes n'étant pas en bon état, la vitesse à laquelle roule le camion est aussi importante afin d'éviter les chocs pouvant entraîner la blessure des mangues. Le déchargement à l'usine se fait au niveau du hall de réception de la matière première.

Avant le mûrissement, les mangues sont lavées pour éliminer les saletés grossières et la poussière. Ne disposant pas d'une laveuse adéquate, l'entreprise sous traite le lavage au terminal fruitier de Bobo-Dioulasso à 75km de l'usine. Les mangues sont ensuite acheminées à l'usine par camion. Cette traversée sous la poussière contamine le produit.

Les mangues lavées sont mises dans des cagettes souvent sales et entreposées dans la salle de réception où elles vont mûrir pendant 3 à 5 jours. Le mûrissement se fait actuellement dans la salle de réception de la matière première où les conditions et les paramètres ne sont pas maîtrisés. Ceci constitue un facteur de contamination de la mangue lors du mûrissement.

### **Main d'œuvre**

Le personnel de Dafani SA est polyvalent c'est à dire qu'il peut effectuer plusieurs tâches dans l'entreprise.

Il existe le port d'uniforme et de bottes en production. Les blouses sont réparties en code de couleur en fonctions des tâches et de la zone. Cependant ces codes de couleurs ne sont pas toujours respectés du fait du nombre insuffisant de personnel et de tenues de travail. En effet le personnel peut passer d'une zone salle vers une zone propre sans changer de tenue. L'absence de séparation entre les zones dans l'usine fait que la circulation du personnel n'est pas contrôlée.

Les formations d'hygiène ne sont pas régulièrement dispensées et l'entreprise ne dispose pas de moyens suffisants pour veiller au respect des bonnes pratiques d'hygiènes (ex : rupture fréquente de savon et de désinfectant appropriés pour le lavage des mains ; les toilettes sont en nombre insuffisant pour tout le personnel.)

De plus l'entreprise manque de moyens de communication tels que les affiches informatives (pictogramme sur le lavage des mains ...), des instructions de travail, des tableaux d'affichages...

### **Milieu**

Organisation des locaux :

-La disposition des locaux ne permet pas un respect de la marche en avant. Il n'existe pas de séparation entre les différentes zones. Il n'y'a pas de réglementation pour le personnel du fait de l'absence de sas et de plan de circulation entre les différentes zones.

-L'entreprise dispose d'installation sanitaire pour le personnel. Cependant ces toilettes sont en nombre insuffisant et ne sont pas judicieusement placées. L'absence de savon et de désinfectant de même que de sèche main ne contribue pas au respect des règles de bonnes pratiques d'hygiène. Les vestiaires ne sont pas judicieusement placés et ne sont pas équipés

### **Méthode**

Un système de contrôle des produits finis effectué dans le laboratoire interne existe déjà notamment en ce qui concerne les analyses physico chimique et microbiologiques. Mais dans le cadre du nettoyage et de la désinfection des équipements il n'existe aucun contrôle microbiologique de l'efficacité du traitement. Des difficultés persistent au niveau de la maîtrise du nettoyage des équipements mais aussi de la contamination des produits au cours de la transformation.

Dans le process certaines méthodes de travail vont à l'encontre du respect de la marche en avant telles que :

-L'absence de distinction entre les cagettes utilisées pour la récolte, l'entreposage des mangues propres et l'évacuation des déchets.

-Les différents chocs subis par les mangues lors de la transformation entraînant des éclatements tout au long de la ligne.

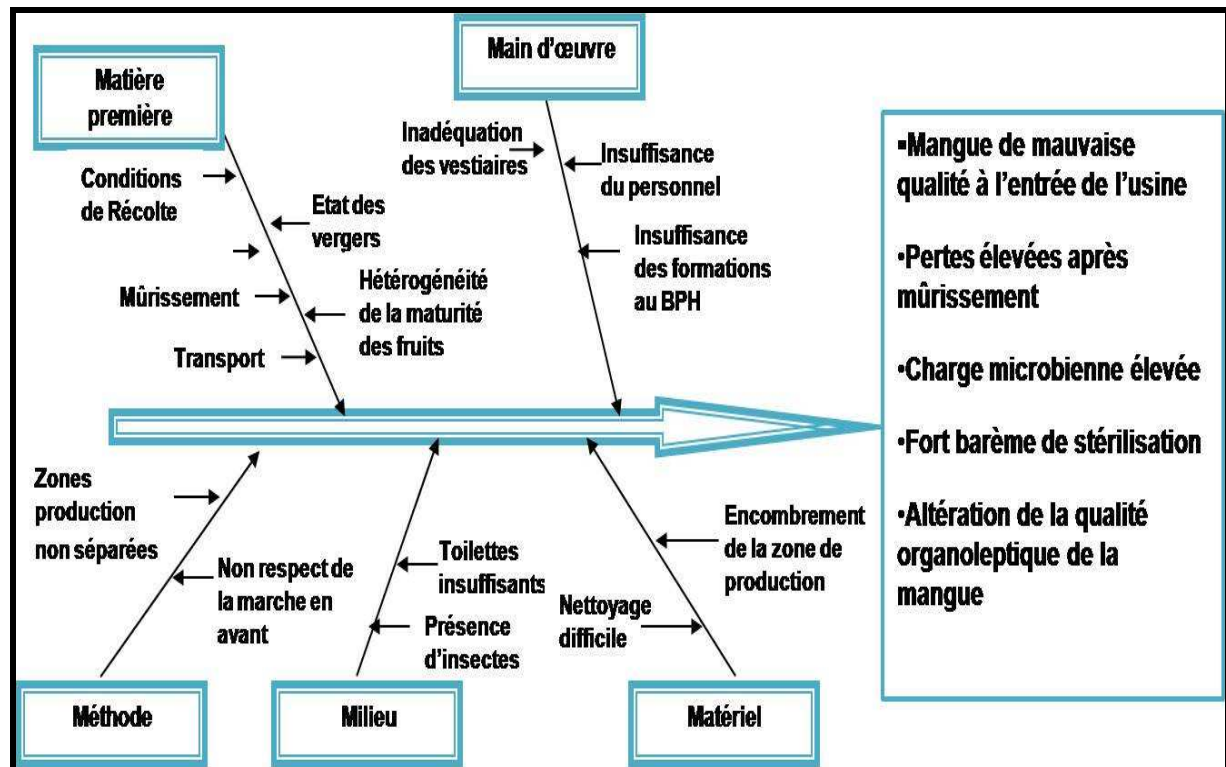
-L'absence de hotte d'évacuation des vapeurs pendant la production entraînent des condensats sous le toit. Ces condensats retombent sur le produit, mais créent aussi une ambiance de travail difficile pour le personnel.

Il faut également noter la présence importante d'insectes dans l'usine.

### **Matériel**

-L'entreprise possède un patrimoine important en matériels de production. Cependant il existe des difficultés pour bien nettoyer et désinfecter certains équipements. L'absence de système d'amortissement (entre le bassin de lavage et le 1<sup>er</sup> élévateur, le 1<sup>er</sup> élévateur et la table de tri, la table de tri et le 2<sup>ème</sup> élévateur) provoque des chocs entraînant l'éclatement des mangues.

-L'encombrement de la zone de production par du matériel non utilisé entraîne un manque de place, mais aussi la génération de poussière et d'abris probable pour les insectes et autres nuisibles etc.



**Figure 5** : Méthode des 5M appliquée à l'entreprise

## II. INSUFFISANCES DU PROCESS

Cet état des lieux a permis de montrer les différentes failles dans le processus pouvant avoir une incidence sur la qualité du produit. Il ressort également de cet état des lieux l'impact important de l'approvisionnement en matière première sur la qualité du produit. Le taux élevé de pertes enregistré par l'entreprise lors des dernières campagnes pouvant aller jusqu'à 60% des mangues jetées après le mûrissement à cause de la pourriture a provoqué une prise de conscience. Ces écarts sur la qualité de la matière se répercutent aussi sur celle du produit fini. En effet la purée produite lors de la campagne de 2007 et une partie de celle de 2008 ont été détruites représentant à peu près 120 millions de FCFA (environ 184.000 euros), ceci constituant bien sûr un coup dur pour l'entreprise.

Afin de venir à bout de toutes ces pertes un plan d'action a été mis en place. L'objectif étant d'améliorer la qualité de la purée en prenant en compte toutes les étapes du processus : de la récolte de la mangue à la purée stérilisée.

## **Chapitre 4 : Elaboration du plan d'action**

---

## **I. LES DOMAINES D'APPLICATION DU PLAN D'ACTION**

La mise en place du plan d'action est programmée dans différents secteurs allant de la récolte au produit fini. Un audit a été réalisé sur les écarts de l'usine par rapport aux bonnes pratiques d'hygiène. Cet audit a surtout pour but de montrer les différentes failles et de permettre la mise en place d'un plan de correction et de mise à niveau.

Pour déterminer les différentes sources de contamination et les différents traitements à envisager, un ensemble de protocoles microbiologiques a été mis en place. Ces protocoles ont été choisis en fonction des moyens d'analyses et de contrôle microbiologiques disponibles sur place dans l'entreprise.

Les résultats ont surtout servi à avoir une indication des zones du process où il faut mettre l'accent pour améliorer la qualité du produit.


## **II. OUTILS DE MISE EN ŒUVRE DU PLAN D'ACTION**


### ***1. Les bonnes pratiques d'hygiène***

Les bonnes pratiques d'hygiène sont un ensemble d'outils et de méthodes à mettre en place pour garantir le respect des exigences sanitaires en industrie alimentaire. Elles sont la base de l'application du système HACCP et de la norme ISO 22000. Le travail résumé ci-dessous a été réalisé en s'inspirant d'exemples de guides de bonnes pratiques d'hygiène élaborés par des professionnels du secteur alimentaire mais aussi des principes du système HACCP et de ISO 22000. Le tableau IV résume l'état des lieux de l'application des bonnes pratiques d'hygiène, l'intégralité de ce travail est présentée en annexe 2.

**Tableau IV** : Etat des lieux de l'application des bonnes pratiques d'hygiène



Eléments concernés	Instructions	Constats
Locaux	<b><u>Disposition</u></b> : les locaux doivent être disposés de façon à être facilement nettoyable et à éviter toutes sources de contamination.	Aménagement ne permet pas le respect de la marche en avant : absence de couloir de passage du personnel et des visiteurs avant accès à la zone de production
	<b><u>Lave mains</u></b> : Toutes les personnes qui pénètrent dans une zone de production des aliments doivent se laver consciencieusement les mains avec du savon et de l'eau courante et potable, et ce, quelle que soit leur tâche au sein de l'unité	Lavabos en nombre insuffisant et sont munis de commande manuelle les lavabos sont en quantité insuffisante dans l'usine  Absence de zone de nettoyage et désinfection des mains et chaussures du personnel et des visiteurs avant l'entrée en production
	<b><u>Plafond</u></b> : le toit dans la zone de production doit être recouvert d'un plafond nettoyable ne comportant pas de zone où peut se loger des nuisibles et ravageurs.	 <p><b><u>Photo 3</u></b> : Plafond recouvert de moisissure et condensation vapeurs sur le toit</p>
	<b><u>Sol</u></b> : la surface de revêtement du sol doit être en matériel lisse et facilement nettoyable.	Le sol n'est pas en résine, le rendant difficilement nettoyable car pas suffisamment lisse.
	<b><u>Les toilettes</u></b> : Les toilettes de l'établissement doivent avoir des portes claires, lisses, lavables, non absorbantes et de préférence à fermeture automatique.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Les toilettes sont en nombre insuffisant pour le personnel, celles existantes ne sont pas judicieusement placées.</li> <li>✚ On note une rupture fréquente de savon et de désinfectant dans les toilettes.</li> </ul>

Eléments concernés	Instructions	Constats
Personnel	<p><b>Tenues de travail :</b> Les employés doivent porter des vêtements de protection, des charlottes et des chaussures de protection convenant à leur tâche et doivent les garder en bon état de propreté.</p>	<p>Les blouses sont en nombre insuffisant. Irrégularité du contrôle de l'état de propreté des tenues à l'entrée de la production.</p>
	<p><b>Hygiène du Personnel :</b> Toutes les personnes qui travaillent dans des zones de manutention des aliments doivent veiller à leur hygiène personnelle pendant les heures de travail.</p>	<p>Un contrôle médical annuel du personnel existe. L'entreprise ne dispose pas de moyen de contrôle fréquent de l'état d'hygiène et de santé du personnel de production.</p>
	<p><b>Vestiaire :</b> Un nombre suffisant de vestiaires doit être aménagé pour le personnel. Ces vestiaires doivent être en bon état et bien entretenus</p> <p>L'hygiène et le respect des bonnes pratiques doit y être de rigueur</p>	<p>Au niveau de l'usine les vestiaires ne sont pas bien aménagés et sont en nombre insuffisant impliquant que le personnel part à l'extérieur avec les tenues de travail</p> <div data-bbox="1227 783 1960 1058">  </div> <p><b>Photo 4 : état actuel des vestiaires du personnel</b></p>
	<p><b>Formations aux bonnes pratiques d'hygiène de fabrication :</b> Toutes les personnes qui manipulent les aliments doivent recevoir une formation continue dans le domaine de l'hygiène personnelle et de la manutention sanitaire des aliments, de même que toutes les personnes qui pénètrent dans les zones de manutention des aliments.</p>	<p>La formation à l'hygiène n'est pas régulièrement dispensée aux personnels.</p>

## **2. Analyses physico chimiques :**

Les principales analyses physico-chimiques effectuées pour la purée de mangue sont la mesure du Brix, du pH, la consistance, le goût, l'odeur et de l'acidité.

## **3. Analyses microbiologiques :**

### **a. Contrôle efficacité du nettoyage et désinfection : protocole microbiologique**

Après le nettoyage et la désinfection, un protocole de contrôle microbiologique a été mis en place pour vérifier l'efficacité du traitement. Les différentes méthodes d'analyse utilisées sont présentées et le protocole de nettoyage en annexe 3. Les zones de prélèvement sont les suivantes :



**Photo 5** : Premier élévateur - Table de dernier tri – Dénoyauteuse et Trémie

Prélèvements : eau buses premier élévateur ; écouvillonnage surface du tapis et de la paroi de la table ; écouvillonnage de la paroi de la dénoyauteuse, paroi et vis sans fin de la trémie ; prélèvement eau de dernier rinçage de la trémie



**Photo 6** : Deuxième élévateur – Raffineuse – Tête de remplissage

Prélèvements : écouvillonnage surface des escaliers et du bac du deuxième élévateur ; prélèvement eau de dernier rinçage du tank de la raffineuse et de la tête de remplissage aseptique.

## **b. Contrôle de la mangue en production : protocole microbiologique**

Le protocole de contrôle utilisé est présenté en annexe4.

### **■ Méthode de contact sur une boîte de pétri avec du milieu solidifié :**

Le principe de cette méthode est de couler le milieu PCA dans la boîte de pétri, après solidification faire un contact de la peau de la mangue sur le milieu.

Cette méthode donne un aperçu de la flore totale sur la peau de la mangue avant et après le traitement. L'expression des résultats est approximative, elle a été faite en UFC/ surface de la mangue en contact avec le milieu. La surface contact de la mangue est assimilée à un cercle le diamètre est ensuite mesurer en vue de calculer la surface.

### **■ Méthode de filtration membranaire :**

Elle consiste à gratter de fines lamelles de peau de la mangue en conditions aseptiques et qui sont mises dans une bouteille stérile contenant 100ml d'eau. Bien secouer et filtrer à travers une membrane stérile. La pesée de la bouteille avant et après avoir mis les peaux de mangue permet de connaître le poids exact introduit.

Les différentes zones où sont effectués les prélèvements pendant la production sont présentées par les photos 8 et 9 ci-dessus :



**Photo 7** : Bassin de lavage et premier élévateur



**Photo 8** : Table de tri et deuxième élévateur

## **Chapitre 5 : Résultats du plan d'action**

---

## I. PRESENTATION DES RESULTATS

### 1. Les expériences au laboratoire interne :

Des expériences ont été effectuées dans le laboratoire de microbiologie interne de l'entreprise. L'objectif étant de trouver, pour le traitement de la mangue avant transformation une concentration de chlore avec un temps de contact ; une température et un temps de traitement. Ces traitements sont faits afin de réduire au maximum la flore totale sur la peau de la mangue avant le dénoyautage. Elles consistaient d'une part à plonger des échantillons de mangues dans une solution de chlore de concentration connue pendant un temps donné et d'autre part dans de l'eau maintenue à une température donnée pendant un temps donné. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau V :

**Tableau V** : résumé des résultats des expériences effectuées au laboratoire interne sur les mangues après traitement au chlore d'une part et un traitement thermique d'autre part

Traitement au chlore				Traitement thermique			
Temps (minutes)	Concentration (ppm)	Moyenne des résultats (UFC/cm <sup>2</sup> )		Temps (minutes)	Température (°C)	Moyenne des résultats (UFC/cm <sup>2</sup> )	
		Avant traitement	Après traitement			Avant traitement	Après traitement
15	10	>100	>100	1	80	>100	>100
30	10	>100	>100	2	75	>100	>100
45	10	>100	>100	3	73	>100	<1
60	10	>100	>100	4	74	>100	<1
15	50	>100	<1	0,5	93,2	>100	>100
30	50	>100	<1	1	90,2	>100	<1
45	50	>100	0	1,5	92	>100	>1
60	50	>100	0	2	95	>100	0
5	80	>100	0	1	98	>100	<1
15	80	>100	0	1	95	>100	0



La méthode utilisée pour mesurer l'efficacité du traitement consistait à faire un contact à coté d'une flamme (pour éviter une contamination par l'ambiance) d'une partie de la surface de la mangue sur une boîte de Pétri contenant du milieu PCA déjà solidifié (pour mettre en évidence la flore totale). L'estimation de la surface de la mangue en contact sur la boîte est approximative. La méthode idéale serait d'utiliser un sac stérile contenant de l'eau physiologique dans lequel on met la mangue. L'eau du sac est ensuite filtrée à travers une membrane stérile. Après ensemencement et incubation, le résultat est donné en UFC/ml d'eau. Mais ne disposant pas de sacs stériles dans l'entreprise, nous avons tenu à obtenir un résultat avec les moyens disponibles sur place bien que la répétabilité ait été difficile à obtenir.

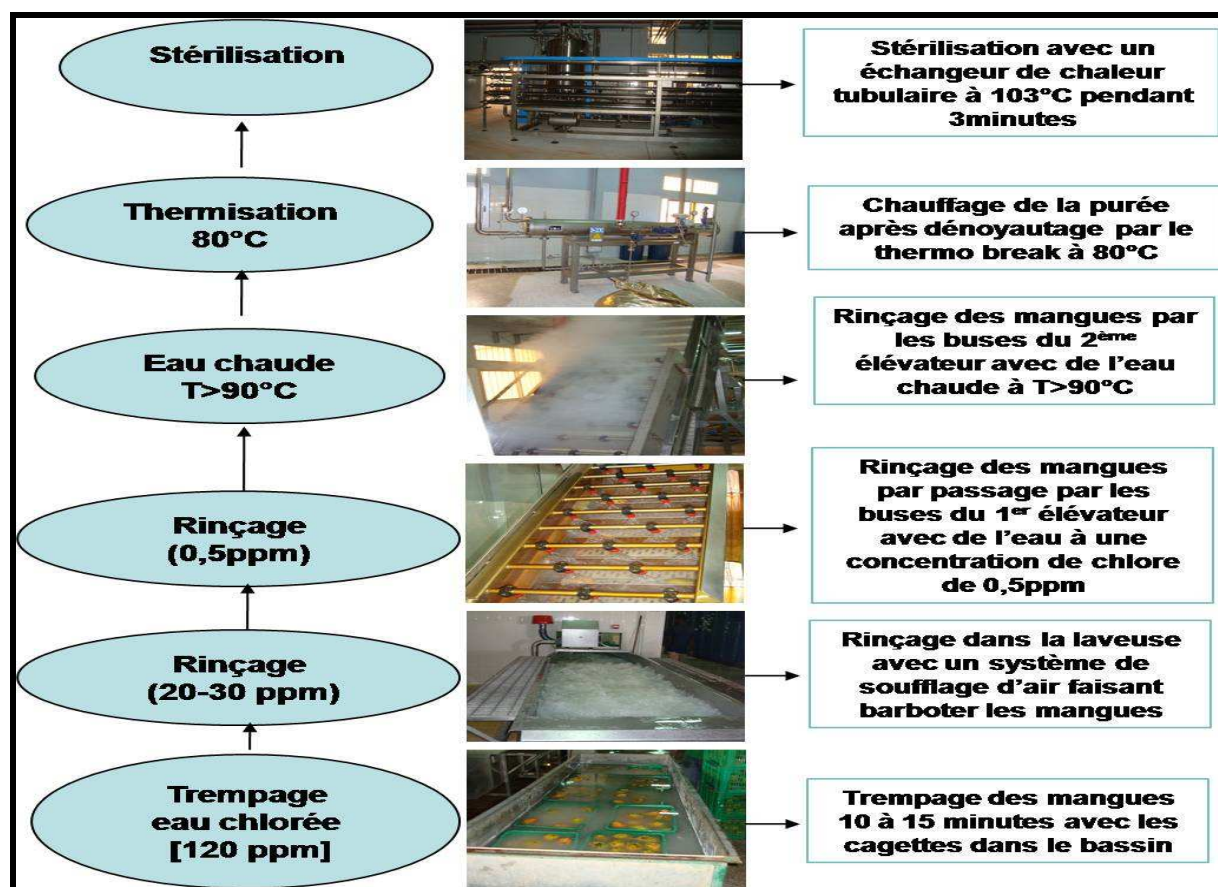
La concentration de chlore variée de 10 à 80 ppm et le temps de contact de 5 à 60 minutes. Les résultats de ces expériences montrent que le traitement est efficace à partir de 50ppm pour un temps de contact de 15 minutes minimum. Sachant qu'en production le temps de séjour des mangues dans le bac de trempage est parfois court, il faut donc augmenter la concentration de chlore en vue de diminuer le temps. Pour 80 ppm par exemple l'expérience montre que le traitement est efficace après un temps de contact de 5 minutes. En tenant compte des contraintes en production qui font que le séjour des mangues dans le bac de trempage est court, la concentration de chlore a été amenée à 120 ppm pour optimiser l'efficacité.

Pour le traitement thermique les expériences au niveau du laboratoire consistaient à faire plonger des échantillons de mangues dans de l'eau chaude maintenue à une température constante pendant un temps donné. Les résultats présentés dans le tableau 5 montrent que pour avoir un traitement efficace en une minute, il faut une température supérieure ou égale à 90°C. Ce temps a été fixé à du fait qu'avec une cadence faible de 1500 L/H, on peut avoir un séjour des mangues dans la zone de rinçage du deuxième élévateur d'une minute. Mais cela entraîne des contraintes comme l'augmentation du nombre d'heure de productions, de même que les temps d'attente des mangues au niveau de la laveuse. Cette température élevée dénature la peau de la mangue mais ce n'est pas une limite dans le cas de la production de purée car la mangue est dénoyautée toute suite après le rinçage à l'eau chaude. La consigne donnée au niveau de la production était que la température de l'eau de rinçage soit supérieur ou égale à 90°C.

La limite de ce traitement réside dans le fait qu'au niveau du deuxième élévateur le rinçage ne touche qu'une partie de la surface de la mangue. En deuxième lieu le nombre de buses n'est pas suffisant ce qui fait que le temps de séjour dans la zone de traitement est faible. L'idéal serait d'avoir une immersion complète des mangues dans de l'eau à une température donnée et pendant un temps donné.

Au niveau de la production, le traitement thermique a été combiné au traitement au chlore dans l'objectif d'éliminer les germes issus de la contamination de la mangue dans la zone de transfert. Cette zone concerne le transfert entre le 1<sup>er</sup> élévateur et la table de tri, la table de tri et le 2<sup>ème</sup> élévateur, et le passage du 2<sup>ème</sup> élévateur à la dénoyauteuse.

## 2. Le traitement en production



**Figure 6** : Les différents traitements effectués de la mangue à la purée stérilisée

Au niveau de la production, l'accent a été mis sur le pré traitement de la mangue avant le dénoyautage. La figure 6 résume les différents traitements effectués sur la mangue et la purée au cours de la transformation. L'objectif fixé était d'arriver à avoir le minimum de germes au niveau de la purée de la trémie (bac de stockage de la purée après dénoyautage). L'essentiel du prétraitement consistait à un trempage dans le chlore et le rinçage à l'eau chaude au niveau du deuxième élévateur. Avoir un nombre réduit de germes dans la purée après le dénoyautage permettrait de diminuer la température du thermo break mais aussi de stérilisation afin de garder au maximum les arômes de la mangue et d'éviter les goûts de cuit.



**Tableau VI** : Résumé des résultats des prélèvements effectués en production

Lieu de prélèvement	Traitement appliqué	Méthode	Moyenne des résultats
<b>1<sup>er</sup> élévateur</b>	Trempage des mangues avec une solution de chlore de 120ppm pendant 5minutes et 1 <sup>er</sup> rinçage dans le bassin de lavage à 21ppm et deuxième rinçage par les buses du 1 <sup>er</sup> élévateur	Boite de contact avec PCA	<1UFC/cm <sup>2</sup>
<b>Bac deuxième élévateur</b>	Rinçage des mangues par les buses du premier élévateur, passage par la table de tri	Boite de contact avec PCA	>100UFC/cm <sup>2</sup>
<b>Avant la Trémie (tuyau déversant la purée de la dénoyauteuse à la trémie)</b>	Rinçage des mangues par de l'eau chaude à 97°C pendant 1 minute et dénoyautage	Ensemencement de la purée prélevée au niveau du bac de la trémie dans la masse sur PCA	>50 UFC/ml
<b>Bac de la trémie</b>	Passage de la purée après dénoyautage du tuyau de la trémie vers le bac	Ensemencement de la purée prélevée au niveau du bac de la trémie dans la masse sur PCA	>100 UFC/ml

Le tableau VI ci-dessus résume les résultats obtenus pour les prélèvements effectués au cours de la production. Ces résultats ont permis de voir que même si le traitement est efficace après le trempage dans le bassin chloré et le rinçage dans la laveuse, il y a une contamination entre la table de tri et la trémie. En effet au niveau de la table de tri les mangues sont touchées par les trieuses pour enlever celles qui sont pourries, non mûres ou éclatées. Cette manipulation est l'un des facteurs de contamination. Cela s'ajoute la pulpe qui s'incruste entre deux nettoyages sur les mailles du tapis de tri. Cependant on note une diminution de la flore totale entre le deuxième élévateur et le tuyau de la trémie. Ce qui peut s'expliquer par le passage des mangues par les buses de rinçage à l'eau chaude au niveau du deuxième élévateur. Ce traitement reste encore inefficace, car l'eau chaude des buses n'atteint qu'une partie de la surface de la mangue. Ces expériences étant différentes de celles effectuées au laboratoire où les mangues étaient plongées dans l'eau chaude. Il faut aussi noter que le nombre de buses est insuffisant au niveau de l'élévateur entraînant un temps de séjour court.

On remarque aussi de part les résultats qu'il y'a une contamination entre le tuyau et le bac de stockage de la trémie. Ces résultats ont été l'alerte pour revoir le nettoyage et la désinfection des équipements avant la production.

### **3. Le nettoyage et la désinfection des équipements**

Le plan de nettoyage des équipements avant la production comprend quatre étapes : Désinfection au chlore ; rinçage ; détartrage à l'acide citrique ; stérilisation avec de l'eau chaude. Après chaque production un cycle de nettoyage avec de la soude à 2% est effectué pour éliminer les souillures organiques. La concentration de chlore utilisée est entre 20 et 30 ppm et l'acide citrique est à 10% poids par volume d'eau. Le nettoyage part de la trémie vers la cuve de stockage de la purée raffinée en passant par le thermo break. La dénoyauteuse est nettoyée et désinfectée par un rinçage pour enlever les souillures avec de la soude à 2% et une désinfection avec une solution de chlore entre 20 et 30ppm avant la production suivi d'un rinçage à l'eau. Un protocole de contrôle de l'efficacité du nettoyage qui n'existait pas jusqu'ici dans l'entreprise a été mis en place (protocole présenté en annexe 3). Les différentes étapes du nettoyage sont enregistrées sur une fiche de suivi remplie par l'opérateur (voir exemplaire en annexe 5).

La table de tri est nettoyée à la main pour enlever les résidus de mangues éclatées et ensuite une solution de chlore de 120 ppm est versée dessus. Après un temps de contact de 30 minutes environ un rinçage avec de l'eau chaude est effectué. Il faut noter que le tapis de la table reste difficile à nettoyer du fait qu'il se fait à la main et que la surface non lisse (constituée de mailles en plastiques) favorise l'incrustation de la purée des mangues qui ont éclaté après leur chute entre l'élévateur et la table de tri.

Les résultats des différents prélèvements effectués sont présentés dans le tableau VII ci-dessus :

**Tableau VII** : Résultats contrôle nettoyage et désinfection des équipements

<b>Lieu de prélèvement</b>	<b>Traitement appliqué</b>	<b>Méthode</b>	<b>Moyenne des résultats</b>
<b>Table de tri</b>	Désinfection solution de chlore à 120ppm et rinçage avec de l'eau chaude à T>60°C	Ecouvillonnage de la surface du tapis de la table et étalement sur milieu PCA solidifié	0 UFC/cm <sup>2</sup>
<b>Dénoyauteuse :</b>	Désinfection avec une solution de chlore à 30ppm, rinçage avec de l'eau chaude à 90°C	Ecouvillonnage de la paroi et du tuyau de la dénoyauteuse et étalement sur PCA	50UFC/cm <sup>2</sup>
<b>Trémie :</b>	Désinfection avec une solution de chlore à 30ppm, rinçage avec de l'eau chaude à 90°C	Filtration membranaire eau de dernier rinçage et ensemencement de la membrane sur PCA	0 UFC/100ml
<b>Tank de stockage de la purée raffinée</b>	Désinfection avec une solution de chlore à 30ppm, rinçage avec de l'eau chaude à 90°C	Filtration membranaire eau de dernier rinçage et ensemencement sur PCA	3UFC/ 100ml
<b>Tête de remplissage aseptique</b>	Stérilisation par un cycle de rinçage avec de l'eau chaude	Filtration membranaire eau de dernier rinçage et ensemencement de la membrane sur PCA	0UFC/ 100ml
<b>Eau des buses de rinçage au niveau du premier élévateur</b>	chloration de l'eau à 0,5ppm	Filtration membranaire de l'eau prélevée dans les buses et ensemencement de la membrane sur PCA	45UFC/ 100ml

Il existe aussi un nettoyage général hebdomadaire de l'usine. Il concerne tous les équipements de la ligne de production de purée et de nectars, mais aussi les surfaces : murs, portes, sol etc. de l'usine.

L'objectif qui était fixé pour le nettoyage consistait à avoir 0UFC/100ml d'eau pour les analyses des eaux de derniers rinçage et 0UFC/cm<sup>2</sup> pour les surface traitées. Les différents prélèvements effectués avaient permis de voir les points à améliorer et de fixer les concentrations de chlore. Pour la table de tri, après plusieurs prélèvements, l'efficacité du nettoyage a été vérifiée avec une concentration de chlore de 120 ppm et un rinçage avec de l'eau chaude à T>60°C. Pour les autres équipements la concentration de chlore était fixée entre 20 et 30 ppm car son efficacité est vérifiée de par les résultats d'analyses. L'eau des buses de rinçage du premier élévateur a été analysée pour vérifier si elle ne constitue pas une source de contamination des mangues déjà désinfectées. Les résultats obtenus ne sont pas satisfaisants car étant supérieurs à la norme (<1UFC/100ml d'eau) qui a été fixée en interne.

#### **4. Contrôle du lavage des mains**

Le lavage des mains constitue un pré-requis avant toute activité de production. Les trieuses étant les dernières à toucher les mangues avant le dénoyautage, il est nécessaire d'éviter une contamination par leurs mains. Dans cette optique et aussi dans le but de vérifier si le lavage des mains était bien effectué, un contrôle était mis en place. Ce contrôle consistait à faire un contact de la main sur une boîte de pétri contenant le milieu PCA solidifié pour mettre en évidence la flore aérobie mésophile totale. L'accent était surtout mis sur les opératrices qui sont au niveau de la table du dernier tri. Ces analyses avaient permis de voir que le lavage des mains n'était pas correctement effectué, mais aussi qu'il fallait le répéter régulièrement au cours de la production. Une sensibilisation sur comment se laver et se désinfecter les mains a été effectuée. Des distributeurs de savon et de désinfectant ont été installés dans la salle de matière première. Cependant les résultats obtenus n'étaient pas satisfaisants. En effet des formations régulières devront être dispensées et l'effectif du personnel qui ne permettait pas de faire des rotations régulières des trieuses devra être augmenté.

## **II. DISCUSSION**

Les méthodes utilisées pour réaliser les différents contrôles n'étant certes pas parfaites, mais elles ont permis d'avoir une idée de l'efficacité du nettoyage des équipements mais aussi du traitement des mangues. Les différents contrôles effectués ont permis d'arrêter une méthode de prétraitement des mangues mais aussi d'avoir une idée des sources de contamination au cours de la production.

Les traitements au chlore permettaient à partir de 80 ppm de réduire 90 à 99% de la flore totale sur la peau de la mangue. Le traitement thermique est efficace à condition que toute la surface de la mangue soit traitée. Le rinçage au niveau du deuxième élévateur est inapproprié pour avoir un bon traitement. Augmenter le nombre de buses ou installer un autre système de traitement par immersion serait de rigueur. Cependant il faut noter une amélioration remarquable de la qualité microbiologique de la purée après dénoyautage.

En effet par rapport à la première campagne de mangue de l'entreprise en 2007 et à celle de 2008, une évolution est notée.

Cette évolution se situe au fait que pour la première fois cette année une purée sans ajout d'acide citrique a été produite. L'évolution au cours des différentes campagnes au niveau des traitements avant la transformation de la mangue a eu un impact sur les barèmes de stérilisation qui ont été baissés. En effet :

En 2007, la consigne était fixée à 114°C. Le chauffage se faisait à 119°C pour pouvoir avoir en zone de chambrage une température de 114°C. Le chauffage consiste à augmenter la température de la purée au moyen d'un échangeur de chaleur et le chambrage à maintenir le produit à une température constante pendant un temps donné. Ces températures élevées entraînaient des goûts de cuit dans le produit. Cette différence de température entre la zone de chauffage et de chambrage s'explique par un problème d'isolation. Ce qui entraîne des pertes de chaleur. Le temps de séjour de la purée est estimé à 5 minutes dans la zone de chauffage et 3 minutes dans la zone de chambrage pour un débit de 2100L/H. En plus, il y a ajout d'acide citrique à hauteur de 3g/kg de purée pour baisser le pH de la purée de 4,25 à 3,6. Il faut noter que pendant cette campagne de 2007, les mangues n'étaient pas traitées avant la transformation et le mûrissement se faisait au niveau des vergers entraînant une charge microbienne et un taux de pourriture élevés.

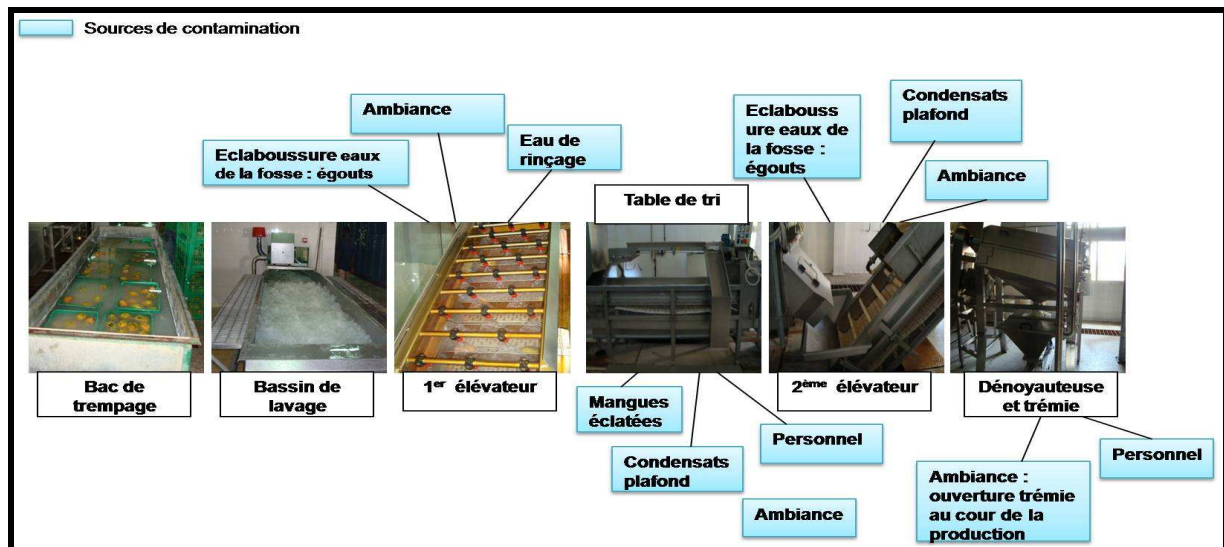
En 2008, la consigne était baissée à 103°C avec 109 °C en zone de chauffage et 103°C en zone de chambrage. Le temps de séjour é tant pour un débit de 2100L/H de 3 minutes de chauffage et 5 minutes de chambrage avec toujours un ajout d'acide citrique de 3g/kg de purée. La consigne a pu être baissée grâce à un début de prise de conscience sur les mangues sélectionnées pour la production mais aussi à un pré lavage effectué.

En 2009, la consigne était de 103°C mais le changement majeur que la purée a été produite sans ajout d'acide citrique. Cette avancée a été rendue possible grâce aux différents protocoles de pré traitement de la mangue avant production mis en place mais aussi à la revue du nettoyage et de la désinfection des équipements. On note aussi une prise de conscience sur les méthodes de récolte et de mûrissement de la mangue qui ont un impact important sur la qualité de la purée.

Pour la prochaine campagne, l'objectif est de baisser de 80 à 65°C la température du thermo break et de 103 à 100°C la consigne de stérilisation.

Un problème récurrent était la contamination des mangues au cours de la production. L'ensemble des résultats des prélèvements effectués ont montré que même si le trempage dans le chlore est efficace et réduit 90 à 99% de la flore totale, il y'a une contamination par la suite. Une identification des sources est présentée dans la figure 7 ci dessous. Ces sources vont de l'ambiance dans la salle de production à l'eau de fabrication en passant par le personnel et les équipements. Le tableau IV (pages 18 et 19) montre l'état des lieux de l'application des bonnes pratiques d'hygiène, ces écarts ont un impact sur le produit. Il s'agit d'un ensemble de causes décrit aussi dans le diagramme d'Ishikawa (figure 5, page 16) allant de la récolte de la mangue à la mise en fûts de la purée.





**Figure 7** : sources potentielles de contamination de la mangue au cours de la transformation

### Recommandations :

Dans la zone de transfert (constituée par le 1<sup>er</sup> élévateur, la table de tri et le 2<sup>ème</sup> élévateur), pour éviter la contamination des mangues traitées, les améliorations suivantes devront être envisagées :

- Enlever le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>ème</sup> élévateur de la fosse afin d'éviter les éclaboussures des eaux de rinçage sur les mangues.
- Mettre un tapis lisse, plus facile à nettoyer au niveau de la table de tri.
- Installer un système d'évacuation de la vapeur d'eau pendant la production pour éviter les condensations au niveau du toit de l'usine.
- Assurer la formation du personnel de production par rapport au respect des bonnes pratiques d'hygiènes et de la marche en avant dans l'usine.
- Veiller à ce que le tri des mangues soit effectué le jour même de production pour éviter qu'elles soient trop mûres. Les mangues trop mûres éclatent au niveau de la table entraînant la présence de pulpe qui s'incruste dans les mailles.

Certes ces mesures devront être faites mais la base reste **la qualité des mangues** réceptionnées à l'usine. L'approvisionnement de la mangue est l'étape critique qu'il faudra maîtriser. Il faudra veiller au respect du cahier des charges, en cours de rédaction.

La formation des trieuses reste un point clé où il faut mettre l'accent. Le tri étant une étape importante, toutes les conditions doivent être réunies pour qu'il soit bien fait. L'éclairage doit être suffisant dans la salle de tri. Il doit se faire sur une table bien aménagée.

## **Bilan et Perspectives du stage**

---

Le bilan global du stage est satisfaisant. L'un des objectifs fixé au début à savoir faire une place au niveau de Délifruits à la purée *Amélie* de DAFANI a été atteint. Les résultats des analyses sensorielles effectuées à Délifruits ont montré une bonne position d'*Amélie* par rapport à *Alfonso*. Il a été démontré que c'est une mangue avec des qualités organoleptiques et une couleur appréciables. Le mélange entre *Amélie* et *Alfonso* variété indienne que Délifruits utilise a donné un résultat mieux apprécié que pour *Alfonso* prise seule. Il existe de bonnes perspectives pour cette purée, il faudra continuer à mettre en valeur ses qualités.

L'expédition de la première commande test de Délifruits fait aussi partie des objectifs atteints au cours de ce stage. La commande constitue une étape importante du partenariat. Les retours de la part du client permettront à DAFANI une amélioration continue et une meilleure préparation de la prochaine campagne de 2010.

La campagne 2009 qui était une transition pour l'entreprise en vue de changements de méthode a permis de décrire les différents écarts qualités pour les réduire avant 2010. A ce propos il est prévu:

- Un changement des méthodes d'approvisionnement de mangues, par la rédaction d'un cahier des charges. Ce cahier des charges va rassembler l'ensemble des exigences en matière de qualité de DAFANI pour les mangues. Il prendra aussi en compte la formation des producteurs et des récolteurs. Des procédures pour la campagne de 2010 sont aussi en cours de rédaction. Dans ces procédures seront détaillées des protocoles concernant : la récolte, le transport et la manutention des mangues, de même que le suivi et la gestion de la mûrisserie.
- La construction du hall de mûrissement contrôlé, l'achat d'une laveuse de mangue et d'une laveuse de cagettes afin de mieux maîtriser le prétraitement de la mangue avant la transformation. L'utilisation d'autres méthodes de désinfection (autre que le chlore) est envisagée.
- Une mise à niveau de l'usine par rapport aux bonnes pratiques d'hygiène et par la suite à l'ISO 22000 est prévue. En effet avant mon départ les différentes tenues de travail commandées ont été réceptionnées.
- Les plans de l'usine sont entrain d'être revus. Un réaménagement des locaux est prévu. Ce réaménagement concernera : la réfection des toilettes et des vestiaires du personnel ; la séparation des différentes zones de production pour le respect de la marche en avant.
- Des formations régulières seront dispensées pour le personnel de production
- Le renouvellement de la certification Bio de l'usine en Mars 2010. L'entreprise prévoit aussi une démarche pour la certification équitable.

Les perspectives professionnelles suite à ce stage sont intéressantes. Le directeur général a émis la possibilité de continuer le travail avec DAFANI. Il est prévu, que je continue la démarche qualité commencée. Cette mission concernera aussi la mise en place d'autres formulations. Il sera aussi question de travailler sur les mélanges de purées des différentes variétés de mangue transformées par DAFANI. Ce travail se fera en collaboration avec le service recherche et développement de Délifruits.

# Bibliographie

---



## Bibliographie

### **Ouvrages consultés :**

- Askar.A, Treptow.H (1993). *Quality assurance in tropical fruit processing*. Springer verlaq, Berlin, 238p.
- Etienne Espiard. (2002). *Introduction à la transformation industrielle des fruits*. Lavoisier Tec et Doc, Paris, 360p.
- Laroussilhe.F . (1980). *le manguier techniques agricoles et productions tropicales*. Maisonneuve et Larose, Paris, 312p.

### **Sites internet**

- [www.atb-france.org](http://www.atb-france.org) (consulté le 17 Août 2009)
- <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/Transformation/Qualitedesaliments/securitealiment/nettoyageassainissement/nettoyage> (consulté le 29 juin 2009)
- [www.codexalimentarius.net](http://www.codexalimentarius.net) (consulté le 29 Juin 2009)

### **Mémoire:**

Bénédicte K. (2000). *Contribution à la mise en place d'un système qualité au sein d'une unité de fabrication de pulpes de fruits : maîtrise des points critiques par la méthode HACCP*. Mémoire ingénieur ENSIA, spécialité IARC, 90p.

### **Thèse :**

José Walter G. (2006). *Etude du développement et du métabolisme post récolte de la mangue (Manifera indica L.) à l'aide de stratégies haut débit*. Thèse de doctorat, Science des aliments, Montpellier 2, 182p.

### **Revues :**

- Fruitrop Février 2009 n°164
- Fruitrop Février 2008 n°153

### **Documents internes**

- DAFANI-SA : Procédure d'analyse microbiologique CQ/Pr/02
- DAFANI-SA : Procédure d'analyse microbiologique CQ/Pr/03
- DAFANI-SA : Procédure d'approvisionnement de mangues SEDM/Pr/02